

EV/051/01920 US

3/PKs

- 1 -

**Betätigunseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Scheibenbremse**

Die Erfindung betrifft eine Betätigunseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Scheibenbremse für Kraftfahrzeuge, die an einem Bremssattel angeordnet ist, in dem zwei mit je einer Seitenfläche einer Bremsscheibe zusammenwirkende Reibbeläge begrenzt verschiebbar angeordnet sind, wobei einer der Reibbeläge mittels eines Betätigunselementes durch die Betätigunseinheit direkt und der andere Reibbelag durch die Wirkung einer vom Bremssattel aufgebrachten Reaktionskraft mit der Bremsscheibe in Eingriff bringbar ist, wobei die Betätigunseinheit aus einem Elektromotor sowie einem wirkungsmäßig zwischen dem Elektromotor und dem Betätigunselement angeordneten Untersetzungsgetriebe besteht, und wobei ein mit dem Elektromotor in Wirkverbindung stehender Freilauf vorgesehen ist, der die Funktion einer Feststellbremse erfüllt.

Eine derartige elektromechanische Betätigunseinheit ist aus der EP 0 402 421 B1 bekannt. Bei der vorbekannten Betätigunseinheit treibt der Elektromotor das Untersetzungsgetriebe über den Freilauf an. Der Freilauf, der eine reibschlüssige Drehmomentübertragung ermöglicht, verhindert beim Auftreten von Reaktionskräften eine Drehbewegung des Elektromotors in der seiner Betätigungsrichtung entgegengesetzten Richtung bzw. in der Löserichtung der Bremse und erfüllt somit die Funktion einer Feststellbremse.

Als nachteilig wird bei der vorbekannten Betätigungsseinheit insbesondere das Funktionsprinzip des verwendeten Freilaufs angesehen, dessen Klemmwirkung bei einer hochfrequenten Anregung bzw. Schwingungsbelastung auf Grund eines Mikrogleitvorgangs in Belastungsrichtung langsam nachgibt, so daß die erforderliche Haltekraft nicht gewährleistet werden kann. Dies bedeutet, daß ein derartiger Freilauf für eine sicherheitstechnische Anwendung, bei der unter allen Umständen die Haltewirkung aufrechterhalten werden muß, wie z. B. im Betrieb einer Feststellbremse, ungeeignet ist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektromechanische Betätigungsseinheit der eingangs genannten Gattung vorzuschlagen, bei der ein ungewolltes Lösen der Feststellbremse verhindert und somit eine Erhöhung ihrer Betriebssicherheit erreicht wird. Außerdem soll eine platzsparende, kompakte Bauweise der elektromechanischen Betätigungsseinheit erreicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Freilauf derart ausgebildet ist, daß seine Klemmwirkung durch eine formschlüssige Drehmomentübertragung gewährleistet wird, und daß er im betätigten Zustand eine Drehbewegung eines Lagers verhindert, in dem der Rotor des Elektromotors gelagert ist. Das Lager kann dabei vorzugsweise als ein Kugellager, ein Nadellager oder ein Rollenlager ausgeführt sein.

Zur Konkretisierung des Erfindungsgedankens sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, daß der Freilauf mit dem Lager eine Baugruppe bildet, wobei

sowohl der Außen- als auch der Innenring des Lagers einseitig derart verlängert sind, daß sie mit dem Klemmkörper des Freilaufs eine formschlüssige Verbindung bilden. Durch diese Maßnahmen wird eine erhebliche Erhöhung der Integrationsdichte erreicht.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes zeichnet sich dadurch aus, daß der Innenring des Lagers eine Profilierung aufweist, die eine formschlüssige Aufnahme des Klemmkörpers ermöglicht, während der Außenring mindestens eine radiale Ausnehmung sowie eine daran anschließende Schräge bzw. Rampe aufweist, die mit der Profilierung mindestens einen den Klemmkörper aufnehmenden Klemmspalt begrenzt.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist der Klemmkörper mittels eines Federelementes in Richtung auf die Ausnehmung zu vorgespannt. Das Federelement ist mit Vorteil als ein Federring oder eine Blattfeder ausgebildet.

Eine einfach realisierbare, zuverlässig arbeitende Betätigung der erfindungsgemäßen Feststellbremse wird nach einem weiteren Erfindungsmerkmal dadurch erreicht, daß der Freilauf mittels einer elektromagnetischen Betätigseinrichtung betätigbar ist.

Die elektromagnetische Betätigseinrichtung besteht dabei vorzugsweise aus einem Elektromagneten sowie einem Stoßel, der mit dem Klemmkörper in kraftübertragenden Eingriff bringbar ist, wobei der Elektromagnet als bistabiler Elektromagnet ausgeführt ist.

Der Klemmkörper kann beispielsweise als eine Klemmrolle oder eine Kugel ausgebildet sein.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, daß das Untersetzungsgetriebe als ein Kugelgewindetrieb ausgebildet ist, wobei das Betätigungsselement durch die Gewindemutter des Kugelgewindetriebs gäbt ist.

Um eine erhebliche Reduzierung des vom Elektromotor aufzubringenden erforderlichen Antriebsmoments zu erreichen erfolgt die Kraftübertragung zwischen dem Elektromotor und dem Untersetzungsgetriebe mittels eines zweiten Untersetzungsgetriebes.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes sind der Elektromotor, das (erste) Untersetzungsgetriebe sowie das zweite Untersetzungsgetriebe als mindestens zwei unabhängig handhabbare Baugruppen ausgebildet, so daß der Elektromotor außerhalb des Kraftflusses der Zuspakkraft angeordnet ist und seine Funktion durch Störeinflüsse nicht beeinträchtigt werden kann. Außerdem wird dadurch eine Entkopplung des zweiten Untersetzungsgetriebes vom (ersten) Untersetzungsgetriebe erreicht, so daß, insbesondere wenn das zweite Untersetzungsgetriebe als ein Planetengetriebe ausgebildet ist, eine gleiche Position des Rotors des Elektromotors gegenüber den Planetenrädern sowie der Planetenräder gegenüber dem Hohlrad gewährleistet werden kann. Durch die Ausbildung des zweiten Untersetzungsgetriebes als ein Planetengetriebe wird eine erhebliche Reduzierung des vom Elektromotor aufzubringenden erforderlichen Antriebsmoments

erreicht, wobei das Planetengetriebe ein nicht reibungsbehaftetes Getriebe darstellt, in dem keine Formänderungsarbeit geleistet werden muß und mit dem bei geringem Bauraum ein hoher Wirkungsgrad erreichbar ist.

Dabei ist besonders vorteilhaft, wenn der Elektromotor, das erste Untersetzungsgetriebe sowie das zweite Untersetzungsgetriebe als je eine selbständige handhabbare Baugruppe ausgebildet sind. Eine derart aufgebaute elektromechanische Betätigseinheit zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad, eine hervorragende Dynamik der Bremsbetätigung sowie eine extrem kompakte Bauweise aus, bei der hohe, massenbezogene Bremsmomente übertragen werden können. Außerdem können die modular ausgeführten Baugruppen separat gebaut und geprüft werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist vorgesehen, daß das zweite Untersetzungsgetriebe auf der den Bremsbelägen abgewandten Seite des Elektromotors angeordnet ist. Durch diese Maßnahme wird eine Entkopplung des zweiten Untersetzungsgetriebes vom ersten Untersetzungsgetriebe konstruktiv ermöglicht, so daß eine Verformung des zweiten Untersetzungsgetriebes wirksam verhindert wird und innerhalb des Getriebes gleichbleibende Spiele eingehalten werden können.

Eine höhere Übersetzung wird bei einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß das zweite Untersetzungsgetriebe als ein Planetengetriebe, vorzugsweise mit gestuften Planetenrädern ausgebildet ist. Es ist jedoch auch durchaus denkbar, das zweite Untersetzungsgetriebe als ein zweistufiges Diffe-

renzplanetengetriebe auszubilden. Bei der letztgenannten Getriebeart wird eine optimale Baulänge dadurch erreicht, daß ein größeres Sonnenrad verwendet werden kann.

Eine Entkopplung des Kraftflusses von der Antriebseinheit bzw. dem Elektromotor wird nach einem weiteren Erfindungsmerkmal dadurch gewährleistet, daß ein sich an einem den Kugelgewindetrieb aufnehmenden Gehäuse abstützendes, die Gewindemutter umgreifendes Führungsteil vorgesehen ist, an dem sich die Gewindespindel axial abstützt. Die axiale Abstützung der Gewindespindel erfolgt dabei unter Zwischenschaltung eines Axiallagers mittels eines radialen Bundes. Dadurch kann ein Lager mit kleinstem Durchmesser verwendet werden.

Außerdem ist es besonders vorteilhaft, wenn am Führungsteil Kraftmeßelemente vorgesehen sind, so daß Kraftmessungen am nicht mitbewegten Teil, das einer definierten Verformung unterliegt, vorgenommen werden können.

Durch eine zwischen der Gewindemutter und dem Führungsteil angeordnete elastische Dichtung bzw. Manschette wird ein wirksamer Schutz der Anordnung vor Verunreinigungen und Eindringen von Wasser erreicht.

Eine andere vorteilhafte Ausführung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, daß das Sonnenrad des Planetengetriebes am Rotor ausgebildet ist, während die Planetenräder in einem mit der Gewindespindel in kraftübertragender Verbindung stehenden Planetenkäfig gelagert sind und aus einem mit dem Sonnenrad im Eingriff stehenden ersten Planetenrad größeren Durchmessers sowie

einem mit einem Hohlrad im Eingriff stehenden zweiten Planetenrad kleineren Durchmessers bestehen.

Eine Bauraumoptimierung wird bei der vorhin erwähnten Ausführung dadurch erreicht, daß das Hohlrad des Planetengetriebes durch eine Innenverzahnung gebildet ist, die in einem Deckel ausgebildet ist, der ein Gehäuse des Planetengetriebes bildet und am Gehäuse des Elektromotors angeordnet ist.

Eine wesentliche Vereinfachung der Montage der erfindungsgemäßen Betätigungsseinheit wird bei einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß die Kraftübertragung zwischen dem Planetenkäfig und der Gewindespindel mittels einer formschlüssigen Steckverbindung erfolgt.

Eine kostengünstige Ausführung der erfindungsgemäßen Betätigungsseinheit zeichnet sich dadurch aus, daß der Planetenkäfig im Deckel mittels eines Radiallagers gelagert ist. Ein derartiges Planetengetriebe ist einfach herstellbar und kann separat geprüft werden.

Dabei ist es sinnvoll, wenn die formschlüssige Steckverbindung torsionssteif, radial nachgiebig und biegeweich an den Planetenkäfig angekoppelt ist. Durch diese Maßnahme erfolgt eine wirksame Entkopplung von Störeinflüssen.

Die Gewindespindel kann vorzugsweise mehrteilig ausgeführt sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes zeichnet sich dadurch aus, daß die Gewindemutter an ihrem dem ersten Reibbelag abgewandten Ende mit einem axialen Vorsprung versehen ist, der an einem an der Gewindespindel ebenfalls in axialer Richtung ausgebildeten, in Umfangsrichtung wirkenden Anschlag zur Anlage bringbar ist. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß insbesondere bei einem fehlerbehafteten Lösevorgang, bei dem die Gewindemutter bis auf Anschlag zurückgedreht wird, kein Verspannen bzw. Klemmen des ersten Untersetzungsgetriebes eintritt.

Der Elektromotor kann bei weiteren vorteilhaften Ausführungen der Erfindung als ein permanentmagneterregter, elektronisch kommutierter Elektromotor (bürstenloser Gleichstrommotor) oder als ein geschalteter Reluktanzmotor (SR-Motor) ausgeführt sein.

Die erwähnten Motorarten sind zur Erzeugung hoher Drehmomente im Stillstand besonders geeignet.

Um den Motor der Betätigungsseinheit elektronisch zu kommutieren, ist es notwendig, ein Lageerkennungssystem vorzusehen, das eine Erkennung der Position des Rotors des Elektromotors relativ zum Stator ermöglicht und vorzugsweise einen Hallsensor oder ein magnetoresistives Element aufweist.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine Ausführung der erfindungsgemäßen, elektromechanischen Betätigungsseinheit im Axialschnitt,
- Fig. 2 die Ausführung der bei der Betätigungsseinheit gemäß Fig. 1 verwendeten Feststellbremsvorrichtung,
- Fig. 3 die Feststellbremsvorrichtung gemäß Fig. 2 in Ruhestellung in gebrochener Darstellung, und
- Fig. 4 die Feststellbremsvorrichtung gemäß Fig. 2 in betätigter Stellung in gebrochener Darstellung.

Die in der Zeichnung dargestellte, elektromechanische Betätigungsseinheit nach der Erfindung dient der Betätigung einer Schwimmsattel-Scheibenbremse, deren lediglich schematisch angedeuteter Bremssattel in einem nicht gezeigten feststehenden Halter verschiebbar gelagert ist. Ein Paar von Reibbelägen 4 und 5 ist im Bremssattel derart angeordnet, daß sie der linken und der rechten Seitenfläche einer Bremsscheibe 6 zugewandt sind.

Nachstehend wird der in der Zeichnung rechts gezeigte Reibbelag 4 als erster Reibbelag und der andere, mit 5 bezeichnete Reibbelag als zweiter Reibbelag bezeichnet. Während der erste Reibbelag 4 mittels eines Betätigungselements 7 durch die Betätigungsseinheit direkt mit der Bremsscheibe 6 in Eingriff bringbar ist, wird der zweite Reibbelag 5 durch die Wirkung einer bei der Betätigung der Anordnung vom Bremssattel aufgebrachten Reaktionskraft gegen die gegenüberliegende Seitenfläche der Bremsscheibe 6 gedrückt.

Die erfindungsgemäße Betätigungsseinheit, die mittels nicht gezeigter Befestigungsmittel am Bremssattel angebracht ist, weist einen modularen Aufbau auf und besteht im wesentlichen aus drei selbständigen handhabbaren Baugruppen bzw. Modulen, und zwar aus einer Antriebseinheit 1, einem den ersten Reibbelag 4 betätigenden ersten Untersetzungsgetriebe 2 und einem zwischen der Antriebseinheit 1 und dem ersten Untersetzungsgetriebe 2 wirkungsmäßig geschalteten zweiten Untersetzungsgetriebe 3.

Die vorhin erwähnte Antriebseinheit 1 besteht aus einem Elektromotor 10, der im dargestellten Beispiel als ein permanentmagneterregter, elektronisch kommutierter Motor ausgebildet ist, dessen Stator 9 unbeweglich in einem Motorgehäuse 8 angeordnet ist und dessen Rotor 11 durch einen ringförmigen Träger 13 gebildet ist, der mehrere Permanentmagnetsegmente 14 trägt. Zwischen dem Elektromotor 10 und dem vorhin erwähnten Betätigungs element 7 ist wirkungsmäßig das erste Untersetzungsgetriebe 2 angeordnet, das im gezeigten Beispiel als ein Kugelgewindetrieb 16 bis 21 ausgebildet ist, das in einem Getriebegehäuse 15 gelagert ist, das auch einteilig mit dem vorhin erwähnten Bremssattel ausgeführt sein kann. Der Kugelgewindetrieb besteht dabei aus einer Gewindemutter 16 sowie einer Gewindespindel 17, wobei zwischen der Gewindemutter 16 und der Gewindespindel 17 mehrere Kugeln 18 angeordnet sind, die bei einer Rotationsbewegung der Gewindespindel 17 umlaufen und die Gewindemutter 16 in eine axiale bzw. translatorische Bewegung versetzen. Die Gewindemutter 16 bildet dabei vorzugsweise das vorhin erwähnte Betätigungs element 7. Die vom Elektromotor 10 über das zweite Untersetzungsgetriebe 3 angetriebene Gewindespindel

17 ist dabei vorzugsweise dreiteilig ausgebildet und besteht aus einem mit der Gewindemutter 16 mittels der vorhin erwähnten Kugeln 18 im Eingriff stehenden, rohrförmigen ersten Spindelteil 19, einem ringförmigen zweiten Spindelteil 20 sowie einem dritten Spindelteil 21.

Die Anordnung ist dabei vorzugsweise derart getroffen, daß der Rotor 10 des Motors 11 unter Zwischenschaltung des zweiten Untersetzungsgetriebes 3 das dritte Spindelteil 21 antreibt, während die Gewindemutter 16 sich am ersten Reibbelag 4 abstützt.

Eine Reduzierung des erforderlichen Motormoments wird bei der in der Zeichnung dargestellten Ausführung der Erfindung durch zweckmäßige Integration eines Planetengetriebes 30 - 34 erreicht, das das vorhin erwähnte zweite Untersetzungsgetriebe 3 bildet. Das Planetengetriebe, das wirkungsmäßig zwischen dem Rotor 11 und der Gewindespindel 17 angeordnet ist, besteht aus einem Sonnenrad 30, das vorzugsweise durch einen am Rotor 11 ausgebildeten, außen verzahnten Bereich 22 gebildet ist, mehreren gestuften Planetenrädern, von denen zwei dargestellt und mit den Bezugszeichen 31 und 32 versehen sind, sowie einem Hohlrad 33. Die gestuften Planetenräder 31, 32, die in einem Planetenkäfig 34 gelagert sind, weisen eine mit dem Sonnenrad 30 zusammenwirkende erste Stufe sowie eine mit dem Hohlrad 33 zusammenwirkende zweite Stufe auf, wobei die erste Stufe durch Zahnräder 31a, 32a größeren Durchmessers und die zweite Stufe durch Zahnräder 31b, 32b kleineren Durchmessers gebildet sind. Der vorhin erwähnte Planetenkäfig 34 ist dabei vorzugsweise derart ausgeführt, daß sein zwischen den Lagerstellen der Planetenräder 31, 32 und der Ankopplungsstelle der Gewinde-

spindel 17 liegender Bereich sowohl ein geringes axiales als auch radiales Spiel sowie einen geringen Winkelversatz zuläßt und beispielsweise als eine Lamellenscheibe oder ein Faltenbalg ausgebildet ist. Das Hohlräder 33 wird durch einen innenverzahnten Bereich eines das Gehäuse des Planetengetriebes bildenden Deckels 23 gebildet.

Die vorhin erwähnte Gewindemutter 16 des Kugelgewindetriebs ist in einem topfförmigen Führungsteil 12 geführt bzw. gelagert. Die Lagerung der Gewindemutter 16 im Führungsteil 12 erfolgt sowohl in ihrem dem ersten Reibbelag 4 zugewandten Bereich mittels eines im Führungsteil 12 angeordneten ersten Gleitringes 28 als auch in ihrem dem Reibbelag 4 abgewandten Endbereich mittels eines auf der Gewindemutter 16 angeordneten zweiten Gleitringes 29.

Weiterhin ist Fig. 1 zu entnehmen, daß das zweite ringförmige Spindelteil 20 sich an einem innerhalb des Führungsteils 12 angeordneten Axiallager 26 abstützt, während das dritte Spindelteil 21 mittels einer formschlüssigen Steckverbindung mit dem Planetenkäfig 34 des zweiten Untersetzungsgetriebes 3 verbunden ist.

Zu diesem Zweck ist das Ende des dritten Spindelteiles 21 beispielsweise als eine Torx-Verbindung oder ein Sechskant ausgebildet, der in eine entsprechend geformte Öffnung im Planetenkäfig 34 hineingeschoben wird. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die formschlüssige Steckverbindung torsionssteif, radial nachgiebig und biegeweich an den Planetenkäfig 34 angekoppelt ist. Die Ankopplung erfolgt mittels eines Außenringes 51 eines im Deckel 23 vorgesehenen Radiallagers 50. Eine zwischen der Gewindemutter 16 und dem Führungsteil 12 eingespannte

elastische Dichtung bzw. Dichtmanschette 27 verhindert ein Eindringen von Verunreinigungen ins Innere des Kugelgewindetriebs.

Außerdem ist es für eine einwandfreie Funktion der erfindungsgemäßen Betätigungsseinheit sinnvoll, wenn die Gewindemutter 16 an ihrem dem Reibbelag 4 abgewandten Ende mit einem nicht gezeigten axialen Vorsprung versehen ist, der bei ihrem Zurückstellen mit einem am Umfang des zweiten Spindelteiles 20 ausgebildeten Anschlag zusammenwirkt. Durch Abstützen einer Seitenfläche des Vorsprungs am Anschlag wird ein weiteres Zurückstellen der Gewindemutter 16 wirksam verhindert, so daß kein Verklemmen der beiden Teile 16, 20 eintreten kann.

Um die aktuelle Position des Rotors 11 zu ermitteln ist ein nicht näher dargestelltes Lageerkennungssystem 46 vorgesehen. Die Lageinformation wird dann mittels eines Hallsensors oder eines magnetoresistiven Elements ermittelt.

Um schließlich die Funktion einer Feststellbremse realisieren zu können weist die erfindungsgemäße Betätigungsseinheit elektromechanische Mittel auf, die, mit dem Rotor 11 des Elektromotors 10 zusammenwirkend, sein Verriegeln ermöglichen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden die elektromechanischen Mittel durch einen elektromagnetisch betätigbaren Freilauf gebildet, der das Bezugszeichen 35 trägt und mit einem Radiallager 24 zusammenwirkt, in dem der Rotor 11 gelagert ist. Die dem Freilauf 35 zugeordnete elektrische Aktuatorik ist in der Art eines mechanischen

Flip-Flops aufgebaut, dessen Zustand bei jeder kurzen Bestromung geändert wird.

Wie insbesondere Fig. 2 bis 4 zu entnehmen ist, sind wesentliche Teile des Freilaufs 35 im oben erwähnten Radiallager 24 integriert. Zu diesem Zweck sind sowohl der Außenring 36 als auch der Innenring 37 des Radiallagers 24 einseitig derart verlängert, daß sie einen Ringraum begrenzen, der einen Klemmkörper 38 aufnimmt, wobei durch die besondere Gestaltung des verlängerten Bereichs der Lagerringe 36, 37 eine formschlüssige Verbindung zwischen den Lagerringen 36, 37 und dem Klemmkörper 38 gewährleistet ist. Der Außenring 36 weist dabei vorzugsweise in seinem mit dem Klemmkörper 38 zusammenwirkenden Bereich eine radiale Ausnehmung 39 auf, die einseitig durch eine Schräge bzw. Rampe 40 begrenzt wird, während der Innenring 37 mit einer Profilierung 41 versehen ist, die der Kontur des Klemmkörpers 38 entspricht und mit der Ausnehmung einen Klemmspalt begrenzt. Der Klemmkörper 38, der als eine Klemmrolle oder kugelförmig ausgeführt werden kann, wird auf die vorhin erwähnte Ausnehmung 39 zu mittels eines ringförmigen Federelementes 42 vorgespannt.

Der Betätigung des Freilaufs 36 dient eine elektromagnetische Betätigungsseinrichtung, die im gezeigten Beispiel das Bezugszeichen 43 trägt. Die Betätigungsseinrichtung 43 besteht im wesentlichen aus einem bistabilen Elektromagneten 44 sowie einem Stößel 45, der mit dem Anker des Elektromagneten 44 zusammenwirkt und beim Aktivieren des Elektromagneten 44 den Klemmkörper 38 radial verstellt. Der Stößel 45 wird in einer rohrförmigen Führung 47 geführt, die an einem den Lager-Außenring 36 aufnehmenden,

im Motorgehäuse 8 angeordneten ringförmigen Aufnahmeteil 48 angeformt ist.

Es ist die folgende Funktionsabfolge vorgesehen:

Zunächst wird die elektromechanische Bremse auf das notwendige Spannkraftniveau zugespannt. Der Rotor 11 bzw. der Lager-Innenring 37 werden beim Zuspannen entgegen der Klemmrichtung des Freilaufs 35, d.h., in der Zeichnung nach rechts, bewegt. Wenn bei der Betätigung der Feststellbremse der Klemmkörper 38 durch Aktivieren des Elektromagneten 44 in Richtung auf die Profilierung 41 zu verstellt wird, rollt er auf der vorhin erwähnten Rampe 40 in den sich verjüngenden Klemmspalt. Wird nun der dem Elektromotor 10 zugeführte Strom reduziert, so versucht die Federkraft der zugespannten Bremse den Rotor 11 bzw. den Lager-Innenring 37 in Klemmrichtung zu verdrehen. Dadurch wird die Feststellbremse sicher verriegelt. Die betätigte Stellung der Feststellbremse ist in Fig. 4 dargestellt.

Zum Lösen muß der Elektromotor 10 die Bremse nur ein wenig zuspannen und der Elektromagnet 44 muß wiederum einmalig betätigt werden, um den Stößel 45 nach oben zu bewegen. Der dadurch entlastete Klemmkörper 38 wird durch die Kraft des ihn vorspannenden Federelementes 42 in die Ausnehmung 39 des Lager-Außenringes 36 gedrückt und der Rotor 11 ist in beiden Richtungen frei drehbar.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind selbstverständlich auch zahlreiche Modifikationen denkbar. So kann z. B. der als Antriebseinheit 1 dienende Elektromotor als ein geschalteter Reluktanzmotor (SR-Motor) ausgeführt werden. Vorstellbar sind auch andere

Ausführungen des Planetengetriebes, wie etwa ein zweistufiges Differenzplanetengetriebe oder ein Getriebe, dessen Planetenräder mit ihrer ersten Stufe mit einem Sonnenrad und mit ihrer zweiten Stufe unter Zwischen- schaltung je eines Stirnrades mit einem Hohlrad im Eingriff stehen. Denkbar sind selbstverständlich auch Getriebe, die mittels eines verformbaren, gezahnten Ringes und einer Exzentrizität große Untersetzungen erzielen.

Auch der Lager-Innenring ist mit verschiedensten Profilierungen vorstellbar. Wichtig ist lediglich, daß der Klemmkörper eine sichere Lage einnehmen kann. Das den Klemmkörper vorspannende ringförmige Federelement braucht nicht den ganzen Umfang zu umspannen. Es kann auch eine Blattfeder vorgesehen werden, die nur in der Nähe des Klemmkörpers verankert wird. Denkbar ist auch eine Ausführung des Federelementes als sogenannte "Übertotpunktfeder" (Knackfrosch).

Damit schließlich durch die Klemmwirkung keine Querkräfte oder -verformungen wirken, können auch mehrere Klemmkörper regelmäßig am Umfang angeordnet werden.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Antriebseinheit
- 2 Untersetzungsgetriebe
- 3 Untersetzungsgetriebe
- 4 Reibbelag
- 5 Reibbelag
- 6 Bremsscheibe
- 7 Betätigungslement
- 8 Motorgehäuse
- 9 Stator
- 10 Elektromotor
- 11 Rotor
- 12 Führungsteil
- 13 Träger
- 14 Permanentmagnetsegment
- 15 Getriebegehäuse
- 16 Gewindemutter
- 17 Gewindespindel
- 18 Kugel
- 19 Spindelteil
- 20 Spindelteil
- 21 Spindelteil
- 22 Bereich
- 23 Deckel
- 24 Radiallager
- 25
- 26 Axiallager
- 27 Dichtung
- 28 Gleitring
- 29 Gleitring
- 30 Sonnenrad

- 31 Planetenrad
- 31a Planetenrad
- 31b Planetenrad
- 32 Planetenrad
- 32a Planetenrad
- 32b Planetenrad
- 33 Hohlrad
- 34 Planetenkäfig
- 35 Freilauf
- 36 Außenring
- 37 Innenring
- 38 Klemmkörper
- 39 Ausnehmung
- 40 Schräge
- 41 Profilierung
- 42 Federelement
- 43 Betätigungseinrichtung
- 44 Elektromagnet
- 45 Stößel
- 46 Lageerkennungssystem
- 47 Führung
- 48 Aufnahmeteil
- 49
- 50 Radiallager
- 51 Außenring

Patentansprüche

1. Betätigungsseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Scheibenbremse für Kraftfahrzeuge, die an einem Bremssattel angeordnet ist, in dem zwei mit je einer Seitenfläche einer Bremsscheibe (6) zusammenwirkende Reibbeläge (4,5) begrenzt verschiebbar angeordnet sind, wobei einer (4) der Reibbeläge (4,5) mittels eines Betätigungslementes (15) durch die Betätigungsseinheit direkt und der andere Reibbelag (5) durch die Wirkung einer vom Bremssattel aufgebrachten Reaktionskraft mit der Bremsscheibe (6) in Eingriff bringbar ist, wobei die Betätigungsseinheit aus einem Elektromotor (10) sowie einem wirkungsmäßig zwischen dem Elektromotor (10) und dem Betätigungslement (15) angeordneten Untersetzungsgetriebe (2) besteht, und wobei und wobei ein mit dem Elektromotor (10) in Wirkverbindung stehender Freilauf (35) vorgesehen ist, der die Funktion einer Feststellbremse erfüllt, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Freilauf (35) derart ausgebildet ist, daß seine Klemmwirkung durch eine formschlüssige Drehmomentübertragung gewährleistet wird, und daß er im betätigten Zustand eine Drehbewegung eines Lagers (24) verhindert, in dem der Rotor (11) des Elektromotors (10) gelagert ist.
2. Betätigungsseinheit nach Anspruch 1 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Freilauf (35) mit dem Lager (24) eine Baugruppe bildet.
3. Betätigungsseinheit nach Anspruch 2 dadurch **gekennzeichnet**, daß sowohl der Außen- (36) als auch der Innenring (37) des Lagers (24) einseitig derart verlängert sind, daß sie mit

dem Klemmkörper (38) des Freilaufs (35) eine formschlüssige Verbindung bilden.

4. Betätigseinheit nach Anspruch 3 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Innenring (37) des Lagers (24) eine Profilierung (41) aufweist, die eine formschlüssige Aufnahme des Klemmkörpers (38) ermöglicht, während der Außenring (36) mindestens eine radiale Ausnehmung (39) sowie eine daran anschließende Schräge bzw. Rampe (40) aufweist, die mit der Profilierung (41) mindestens einen den Klemmkörper (38) aufnehmenden Klemmspalt begrenzt.
5. Betätigseinheit nach Anspruch 4 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Klemmkörper (38) mittels eines Federelementes (42) in Richtung auf die Ausnehmung (39) zu vorgespannt ist.
6. Betätigseinheit nach Anspruch 5 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Federelement (42) als ein Federring ausgebildet ist.
7. Betätigseinheit nach Anspruch 5 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Federelement als eine Blattfeder ausgebildet ist.
8. Betätigseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Freilauf (35) mittels einer elektromagnetischen Betätigseinrichtung (43) betätigbar ist.
9. Betätigseinheit nach Anspruch 8 dadurch **gekennzeichnet**, daß die elektromagnetische Betätigseinrichtung (43) aus einem Elektromagneten (44) sowie einem Stößel (45)

erfolgt, der mit dem Klemmkörper (38) in kraftübertragenden Eingriff bringbar ist.

10. Betätigungsseinheit nach Anspruch 9 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Elektromagnet (44) als bistabiler Elektromagnet ausgeführt ist.
11. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch **gekennzeichnet**, daß der Klemmkörper (38) als eine Klemmrolle ausgebildet ist.
12. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch **gekennzeichnet**, daß der Klemmkörper kugelförmig ausgeführt ist.
13. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch **gekennzeichnet**, daß das Lager (24) als ein Kugellager, ein Nadellager oder ein Rollenlager ausgeführt ist.
14. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen dem Elektromotor (11) und dem Untersetzungsgetriebe (2) ein zweites Untersetzungsgetriebe (3) vorgesehen ist.
15. Betätigungsseinheit nach Anspruch 14 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Elektromotor (11), das (erste) Untersetzungsgetriebe (2) sowie das zweite Untersetzungsgetriebe (3) als mindestens zwei unabhängig handhabbare Baugruppen ausgebildet sind.

16. Betätigungsseinheit nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor (11), das (erste) Untersetzungsgetriebe (2) sowie das zweite Untersetzungsgetriebe (3) als je eine selbständige handhabbare Baugruppe ausgebildet sind.
17. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das (erste) Untersetzungsgetriebe (2) als ein Kugelgewindetrieb (16-18) ausgebildet ist.
18. Betätigungsseinheit nach Anspruch 17 dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungsselement (7) durch die Gewindemutter (16) des Kugelgewindetriebs (16-18) gebildet ist.
19. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Untersetzungsgetriebe (3) auf der den Bremsbelägen (4,5) abgewandten Seite des Elektromotors (10) angeordnet ist.
20. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 bis 19 dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Untersetzungsgetriebe (3) als ein Planetengetriebe ausgebildet ist.
21. Betätigungsseinheit nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Untersetzungsgetriebe (3) als ein Planetengetriebe mit gestuften Planetenrädern (31,32) ausgebildet ist.

22. Betätigungsseinheit nach einem der Ansprüche 17 bis 20 dadurch **gekennzeichnet**, daß ein die Gewindemutter (16) des Kugelgewindetriebs (16-18) umgreifendes Führungsteil (12) vorgesehen ist, das sich an dem den Kugelgewindetrieb aufnehmenden Getriebegehäuse (15) abstützt und an dem sich die Gewindespindel (17) ihrerseits axial abstützt.
23. Betätigungsseinheit nach Anspruch 22 dadurch **gekennzeichnet**, daß die axiale Abstützung der Gewindespindel (17) unter Zwischenschaltung eines Axiallagers (26) mittels eines radialen Bundes (14) erfolgt.
24. Betätigungsseinheit nach Anspruch 22 oder 23 dadurch **gekennzeichnet**, daß am Führungsteil Kraftmeßelemente vorgesehen sind.
25. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 17 bis 24 dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen der Gewindemutter (16) und dem Führungsteil (12) eine elastische Dichtung (27) vorgesehen ist.
26. Betätigungsseinheit nach einem der Ansprüche 20 bis 25 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Sonnenrad (30) des Planetengetriebes am Rotor (11) ausgebildet ist, während die Planetenräder (31, 32) in einem mit der Gewindespindel (17) in kraftübertragender Verbindung stehenden Planetenkäfig (34) gelagert sind und aus je einem mit dem Sonnenrad (30) im Eingriff stehenden ersten Planetenrad (31a, 32a) größeren Durchmessers sowie je einem mit einem Hohlrad (33) im Eingriff stehenden zweiten Planetenrad (31b, 32b) kleineren Durchmessers bestehen.

27. Betätigungsseinheit nach einem der Ansprüche 20 bis 26 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Hohlrad (33) des Planetengetriebes durch eine Innenverzahnung gebildet ist, die in einem Deckel (23) ausgebildet ist, der ein Gehäuse des Planetengetriebes bildet und am Motorgehäuse (8) des Elektromotors (10) angeordnet ist.
28. Betätigungsseinheit nach einem der Ansprüche 20 bis 27 dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kraftübertragung zwischen dem Planetenkäfig (34) und der Gewindespindel (17) mittels einer formschlüssigen Steckverbindung erfolgt.
29. Betätigungsseinheit nach einem der Ansprüche 20 bis 28 dadurch **gekennzeichnet**, daß der Planetenkäfig (34) im Deckel (23) mittels eines Radiallagers (50) gelagert ist.
30. Betätigungsseinheit nach Anspruch 28 oder 29 dadurch **gekennzeichnet**, daß die formschlüssige Steckverbindung torsionssteif, radial nachgiebig und biegeweich an den Planetenkäfig (34) angekoppelt ist.
31. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 30 dadurch **gekennzeichnet**, da die Gewindespindel (17) mehrteilig ausgeführt ist.
32. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 31 dadurch **gekennzeichnet**, daß die Gewindemutter (16) an ihrem dem ersten Reibbelag (4) abgewandten Ende mit einem Vorsprung versehen ist, der an einem an der Gewindespindel (17) ausgebildeten, in Umfangsrichtung wirkenden Anschlag zur Anlage bringbar ist.

33. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Elektromotor (11) als ein permanentmagneterregter, elektronisch kommutierter Elektromotor ausgeführt ist.
34. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 32, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Elektromotor als ein geschalteter Reluktanzmotor ausgeführt ist.
35. Betätigungsseinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Lageerkennungssystem (46) vorgesehen ist, das eine Erkennung der Position des Rotors (11) ermöglicht.
36. Betätigungsseinheit nach Anspruch 35 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Lageerkennungssystem (46) einen Hallsensor aufweist.
37. Betätigungsseinheit nach Anspruch 35 dadurch **gekennzeichnet**, daß das Lageerkennungssystem (46) ein magneto-resistives Element aufweist.

## Zusammenfassung

### Betätigseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Scheibenbremse

Es wird eine Betätigseinheit für eine elektromechanisch betätigbare Scheibenbremse für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, die im wesentlichen aus einer Antriebseinheit (1) bzw. einem Elektromotor (10), einem Betätigungs element (7), mittels dessen einer (4) von zwei in einem Bremssattel verschiebbar angeordneten Reibbelägen (4,5) mit einer Bremsscheibe (6) in Eingriff gebracht wird, sowie einem Untersetzungsgetriebe (2) besteht. Ein mit dem Elektromotor (10) zusammenwirkender Freilauf (35) erfüllt die Funktion einer Feststellbremse.

Um eine hohe Betriebssicherheit der Feststellbremse zu gewährleisten bzw. die Feststellbremse gegen äußere Einflüsse, insbesondere Schwingungen bzw. Vibrationen unempfindlich zu machen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Freilauf (35) derart ausgebildet ist, daß seine Klemmwirkung durch eine formschlüssige Drehmomentübertragung gewährleistet wird, und daß er im betätigten Zustand eine Drehbewegung eines Lagers (24) verhindert, in dem der Rotor (11) des Elektromotors (10) gelagert ist.

(Fig. 2)